

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-141101

(43)Date of publication of application : 17.05.2002

(51)Int.Cl. H01M 10/04

(21)Application number : 2000-332503 (71)Applicant : KAWASAKI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 31.10.2000 (72)Inventor : TSUTSUMI KAZUO

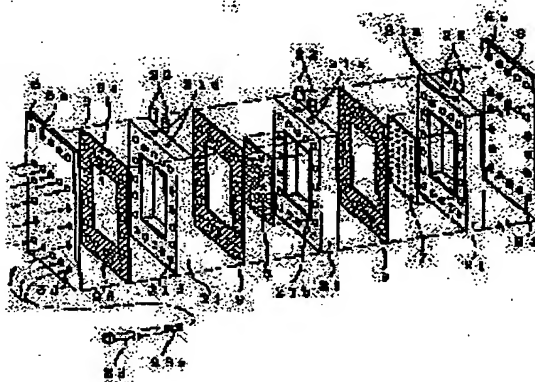
## (54) THREE-DIMENSIONAL BATTERY

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a stacked three-dimensional battery capable of accommodating increase in the capacity by increasing the volume (the number of cells) of the battery and providing various kinds of merits attendant on increase in scale by making the structure of the battery three-dimensional in simple constitution.

**SOLUTION:** An electrolyte solution k is filled in one cell 3 of a pair of cells 3, 4 connected through an ion permeable filter 5, the powder n of an active material releasing electrons is mixed in the electrolyte solution to form a fixed layer, the electrolyte solution k is filled in the other cell 4, the powder h of an active material receiving the electrons is mixed in the electrolyte solution to form a fixed layer, to form a unit cell.

Plural sets of unit cells are connected in series by interposing a conductive current collecting member 7 acting as a barrier and coming in contact with the powders n, h between the cells 3, 4, and current collectors 6, 8 coming in contact with the powders and also acting as a positive electrode or a negative electrode are installed in the cells 3, 4 at both ends.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3510582

[Date of registration] 09.01.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-141101

(P2002-141101A)

(43) 公開日 平成14年5月17日(2002.5.17)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 M 10/04

識別記号

F I

H 0 1 M 10/04

テマコード<sup>\*</sup>(参考)

Z 5 H 0 2 8

審査請求 有 請求項の数4 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-332503(P2000-332503)

(22) 出願日 平成12年10月31日(2000.10.31)

(71) 出願人 000000974

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(72) 発明者 堤 香津雄

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

(74) 代理人 100076705

弁理士 塩出 真一 (外1名)

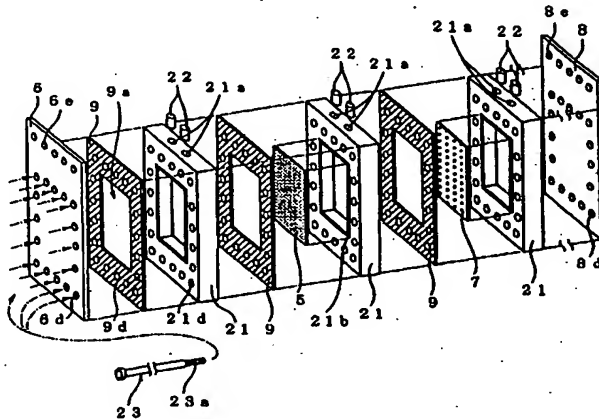
Fターム(参考) 5H028 AA05 CC01 CC08 CC11

(54) 【発明の名称】 三次元電池

(57) 【要約】

【課題】 電池の構造を簡単な構成で三次元化することにより、電池容量を増大する場合に電池の容積(セル)を増大することによって対応でき、スケールアップに伴う種々のメリットが生じる積層型の三次元電池を提供する。

【解決手段】 イオン透過性フィルター5を介して接続された一対のセル3、4のうち、一方のセル3に電解質溶液kを充填するとともに該電解質溶液中に電子を放出する活物質の粉体nを投入して固定層を形成させ、他方のセル4に電解質溶液kを充填するとともに該電解質溶液中に電子を吸収する活物質の粉体hを投入して固定層を形成させてなる単位電池の複数組を、セル3・4間の隔壁を兼用し且つ粉体n・hに接触する導電性の集電部材7を介在させて直列に一体に連結し、両端のセル3・4に粉体と接触し且つ陽極電極又は陰極電極を兼用した集電体6・8を設けている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 イオンは通過するが電気を通過させない部材を介して接続された一対のセルのうち、一方のセルに電解質溶液を充填するとともに該電解質溶液中に電子を放出する活物質の粉体を投入して固定層を形成させ、他方のセルに電解質溶液を充填するとともに該電解質溶液中に電子を吸収する活物質の粉体を投入して固定層を形成させてなる単位電池の複数組を、前記セル間の隔壁を兼用し且つ前記粉体に接触する導電性の集電部材を介在させて直列に一体に連結し、両端のセルに粉体と接触し且つ陽極電極および陰極電極を兼用した集電体を設けて積層型三次元電池を構成したことを特徴とする三次元電池。

【請求項2】 セル内に電解質溶液を満たし、この電解質溶液中に電子を放出する活物質の粉体を固定層として収納した多孔体、及び電子を吸収する活物質の粉体を固定層として収納した多孔体を設けてなる単位電池の複数組を、前記セル間の隔壁を兼用し且つ前記粉体に接触する導電性の集電部材を介在させて直列に一体に連結し、両端のセルに粉体と接触し且つ陽極電極および陰極電極を兼用した集電体を設けて積層型三次元電池を構成したことを特徴とする三次元電池。

【請求項3】 活物質の粉体が、電子伝導性の低い物質に電子伝導性の高い物質を混合又はコーティングしたものである請求項1又は2記載の電池。

【請求項4】 集電部材又は集電体からセル内に向けて導電性のスタッドを一体に突設した請求項1、2又は3記載の三次元電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、電子を放出したり吸収したりする活物質の粉体を最小電極としてセル（容器）に貯留した電解質溶液中に投入して固定層を形成させて構成される、構造が簡単で、大容量の電力を蓄電可能な三次元電池に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、電池は活物質を板状、円柱状あるいは円筒状などの所定形状に定形化して電解質溶液に浸漬した構造からなっており、正極と陰極の間に電解質の板を挟み込ませて積層構造としている。つまり、ニッケル水素電池などの積層化は、図8に示すように、集電体51、正極52、セパレータ53、陰極54、集電体55の順に密着させることにより行われている。この例は、例えば、特開平9-298067号公報に記載されている。同公報に記載の電池は、水酸化ニッケルを主体とする正極と水素吸蔵合金を主体とする負極と高分子不織布からなるセパレータとアルカリ水溶液からなる電解液を有する素電池（単位電池）を、複数個直列に接続して金属製の角形容器に収納し、開口部を可逆性ベントを有する封口板で密閉した構造の電池である。

【0003】 上記した構造を含めて従来の電池50は膜構造（二次元）からなっており、電池50を大容量化する場合には、薄くできるために図9のように延長して巻装したり、図10のように単位電池50を並列に接続するか、あるいは図11のように多数の単位電池50内に複数の電極板56を介装し、各電極板56に接続した配線57を電池の外へ抜き出し、これらの電極を別の単位電池の極性が異なる電極板58と繋いで積層構造にすることが一般的である。

【0004】 また、特許第3051401号公報には、流動層式の3次元電池が記載されているが、この公報記載の電池では、高出力が得られるものの、設備が複雑となる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した従来の電池では、下記のような不都合がある。

① スケールアップに限界がある。すなわち、従来の電池は膜構造（二次元）からなり、電池を流れる電流は膜の面積に比例するから、例えば $1\text{m}^2$ の面積で $1\text{W}$ の電力が生じるとすると、 $10\text{kW}$ の電力を発生させるためには $(100 \times 100)\text{m}^2$ の面積が必要になる。そこで、膜の枚数を増やしたり、膜を拡大して巻いたりすることが考えられるが、いずれの場合にも膨大な大きさになり、実用化が困難である。したがって、結果的に電池を並列に接続しなければならなくなって、全体の構造が複雑になる。

【0006】 ② 大容量化に伴う製造コストが極めて高い。すなわち、大容量化を図ろうとすると、膜構造の電池では膜の面積を比例して増大させる必要があり、製造コストが電池容量の増大化に伴い比例してアップする。このため、スケールアップすることによる、製造コスト上のメリットがなくなる。

【0007】 ③ 電池の劣化に対応できない。すなわち、活物質が電池の構成部材として板状や円柱状などに固定化されているので、劣化した場合には活物質のみを交換できないから、電池全体を交換する必要がある。

【0008】 ④ 電池を直列に接続した際に装置費用や接続部の抵抗エネルギーロスが大きい。すなわち、例えば1個当たり $1.6\text{V} \sim 2.0\text{V}$ の電池を複数個接続して $10\text{V}$ などの高い電圧を得る場合、電線等で電池間を接続しなければならず、そのための作業費が高くなるだけでなく、接続部を通過する電流による発熱ロスが発生してエネルギーロスを生じる。

【0009】 本発明は上述の点に鑑みなされたもので、電池の構造を粉体の固定層として三次元化することにより、電池容量を増大する場合に電池の容積（セル）を増大することによって対応でき、スケールアップに伴う種々のメリットが生じる積層型の構成の簡単な三次元電池を提供することを目的としている。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明に係る三次元電池は、イオンは通過するが電気を通過させない部材を介して接続された一対のセル（容器）のうち、一方のセル（容器）に電解質溶液を充填するとともに該電解質溶液中に電子を放出する活物質の粉体を投入して固定層を形成させ、他方のセル（容器）に電解質溶液を充填するとともに該電解質溶液中に電子を吸収する活物質の粉体を投入して固定層を形成させてなる単位電池の複数組を、前記セル間の隔壁を兼用し且つ前記粉体に接触する導電性の集電部材を介在させて直列に一体に連結し、両端のセルに粉体と接触し且つ陽極電極又は陰極電極を兼用した集電体を設けて積層型三次元電池を構成したことを特徴としている（図1～図6参照）。

【0011】また、本発明の三次元電池は、セル内に電解質溶液を満たし、この電解質溶液中に電子を放出する活物質の粉体を固定層として収納した多孔体、及び電子を吸収する活物質の粉体を固定層として収納した多孔体を設けてなる単位電池の複数組を、前記セル間の隔壁を兼用し且つ前記粉体に接触する導電性の集電部材を介在させて直列に一体に連結し、両端のセルに粉体と接触し且つ陽極電極および陰極電極を兼用した集電体を設けて積層型三次元電池を構成したことを特徴としている（図7参照）。

【0012】これらの電池において、活物質の粉体として、電子伝導性の低い物質（例えば、水酸化ニッケル）に電子伝導性の高い物質を混合又はコーティングしたものをを用いることが好ましい。このようにすることにより、固定層の電子伝導性が良くなり、高い出力で放電させることができる。電子伝導性の高い物質として、炭素、金属ニッケルを挙げることができる。

【0013】上記の構成を有する本発明の三次元電池によれば、電池の容量（電力量）の増大は各セルの容積を増やすことによって対応できる。つまり、1リットルの容積で1Wの電力を発生するとすれば、容積を1 $\text{m}^3$ に増やすことで1kWの電力が得られ、10 $\text{m}^3$ に増やすことで10kWの電力が得られる。このため、スケールアップによる製造コスト上のメリットが発揮される。すなわち、従来の電池が10Wで1万円とすれば、10kWでは1000万円になるが、本発明の電池はスケールアップをすればするほど、製造単価が減少するので、約1/10の100万円程度で製造できるようになる。

【0014】一方、電圧はセルに充填される活物質の粉体（従来の一般的な電極に相当）の種類（材料）によって決定され、例えば金属鉛粉と酸化鉛粉を用いる場合には、2.4V前後の電圧になるから、1.2V以上の電圧が必要な場合には単位電池を5個～6個直列に連結する必要がある。しかし、本発明によれば、中間に位置する（両端を除く）単位電池は両極とも集電部材の材質を共通にでき、しかも従来の電池とは違って陽極や陰極の電

極を設ける必要がないから、セル（単位電池）間の隔壁を導電性の集電部材で構成することによって電氣的に且つ構造的に直列に連結することができる。また、隔壁は厚みをかなり薄く（例えば0.5mm）し、面積は広く（例えば127mm×127mm）することができ、しかも電流は隔壁の厚み方向に流れるので、大電流がほとんど抵抗なく流れるので、電力ロスが極めて少ない。さらに2組の単位電池が隔壁を介して直接に連結（直結）できるので、複数組の単位電池を直列にかつ積層状に連結し、電池全体の容積を最小限に抑えて小型化を図ることができる。

【0015】さらに、本発明の三次元電池では、活物質の粉体が膜構造の従来の電池の膜（電池本体）の作用をし、電池を流れる電流は活物質の表面積に比例することになるが、それらの粉体は電解質溶液中に固定層を形成しており、全粉体の総表面積は従来の膜構造の電池に比べて数千倍から数万倍になるので、エネルギー密度が数千倍から数万倍になる。また、活物質の粉体は電解質溶液（鉛電池では希硫酸）に投入して固定層として使用しているため、劣化した場合には電解質溶液と分離あるいは電解質溶液とともに粉体を交換することにより再生化を図ることができ、電池の寿命が大幅に（ほぼ50倍から100倍に）延びる。

【0016】また、これらの三次元電池において、集電部材又は集電体からセル内に向けて導電性のスタッドを一体に突設することができる。このように構成された三次元電池によれば、集電部材あるいは集電体と粉体との間の接触面積が大幅に増大し、接触抵抗が低減するので、各セル間の距離（直列方向の間隔）を拡大でき、電池の容量を大幅に増大できる。

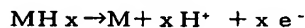
【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る三次元電池の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は本発明の実施の第1形態による積層型三次元電池の実証試験器の一例を示す斜視図と概要断面図、図2は同組立前（分解状態）の主要部品の一部を示す斜視図である。図1に示すように、本例の積層型三次元電池1はメタハイ電池で、図2のように正方形の中央開口部21aを厚み方向に貫通して設けたセル（容器）部材21を2個で一対とし、本例では二対（合計4個）のセル部材21を備えている。各セル部材21の一方の面の開口部21aの周囲には、浅い（本例では深さが0.5mm）の凹状部21bが環状に形成され、セル部材21・21間に略正方形の耐アルカリ性のイオン透過性フィルター（本例ではテフロン（登録商標）性セパレータ）5が凹状部21b内に嵌装されている。フィルター5はイオンのみを通過させるが、電極粉体n、hや電気は通過させない膜状体で、上記以外にも素焼き板、イオン交換樹脂膜、ガラスなどが用いられる。また各セル部材21の上面には、開口部21a内に臨ませて上下に貫通して2つの注液口2

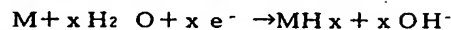
1cが幅方向に間隔をあけて形成され、各注液口21cにはゴム栓22が着脱自在に装着される。

【0018】各組のセル部材21・21間の凹状部21bには、略正方形で耐アルカリ性および導電性の板状の集電部材（本例ではニッケル板）7が嵌挿されている。また、2組のセル部材21の両端には、耐アルカリ性で導電性の、セル部材21と同一幅でセル部材21よりも高さが高い板状の集電体（本例ではニッケル板）6を備えている。開口部21aと同一形状の開口部9aを中央部に有し外形がセル部材21と共通のゴム製パッキン9が、セル部材21・21間およびセル部材21と集電体6/8の間に介装されている。セル部材21、パッキン9および集電体6/8には、厚み方向に貫通する複数の挿通孔21d・9d・6d・8dが開口部21a・9aの周囲に周方向に間隔をあけて一連に穿設されている。そして、複数の挿通孔21d・9d・6d・8dに非導電性のボルト23が一連に挿通され、ボルト23の先端ネジ部23aにナット（図示せず）を螺合して締め付けてある。また、左端（陽極）と右端（陰極）の集電体6/8の上端部には、幅方向に間隔をあけて小孔6e/8eが穿設され、本例では左端と右端の集電体6/8の両端の小孔6e/8eに陽極端子24、陰極端子25が取り付けられ、配線26・27の一端が接続されている。

【0019】各セル部材21内には、注液口21cより電解質溶液としての水酸化カリウム水溶液kが注入さ



続いて、電子(e<sup>-</sup>)は水素吸蔵合金粉hの接触部を通過して第2単位電池の陽極セル3との隔壁を構成する集電部材7に集められ（集電され）、第2単位電池の陽極セル3内のオキシ水酸化ニッケル粉nは集電部材7から電子(e<sup>-</sup>)を受け取り、一連に接触しているオキシ水酸化ニッケル粉nに電子(e<sup>-</sup>)が供給されて水酸化ニッケルになる。そして、陰極セル4内では水素吸蔵合金粉hが電子(e<sup>-</sup>)を放出して水素イオン(H<sup>+</sup>)が生成される。陰極セル4内に放出された電子(e<sup>-</sup>)が陰極集電体8に集電され陰極端子25から配線27を通過して負荷手段30へ移動し、配線26より陽極集電体6へ移



陰極セル4内に発生した水酸基イオン(OH<sup>-</sup>)は、イオン透過性フィルター5を通過して左側の陽極セル3内に移動し、水酸化ニッケル粉nと次のように反応して電子(e<sup>-</sup>)を放出する。

【0024】

$Ni(OH)_2 + OH^- \rightarrow NiOOH + H_2O + e^-$   
陽極セル3内に放出された電子(e<sup>-</sup>)は集電部材7に集電され、左隣の陰極セル4内の水素吸蔵合金粉hに移動し、これにより上記式に示した反応が生じ、水酸基イオンが発生する。陰極セル4内に発生した水酸基イオン(OH<sup>-</sup>)は、イオン透過性フィルター5を通過して左端の陽極セル3内に移動し、水酸化ニッケル粉nと上記式

れ、図1(b)の右端側セル部材21から順に陽極の粉体活物質としての水酸化ニッケル粉n、陰極の粉体活物質としての水素吸蔵合金粉h、陽極の粉体活物質としての水酸化ニッケル粉n、陰極の粉体活物質としての水素吸蔵合金粉hが水酸化カリウム水溶液kに投入され懸濁されている。この結果、図の右端から左端にかけて陽極セル3・陰極セル4・陽極セル3・陰極セル4が順に形成される。

【0020】上記のようにして積層型三次元電池1が構成されるが、本例の電池1は、ニッケル水素の単位電池（二次電池）が2個直列に接続された構造からなり、約2.4Vの電圧の電池からなる。そこで、電池1の陽極端子24と陰極端子25間に2.4V用電球などの負荷手段30を配線26・27により接続する。充電状態において、陽極端子24を備えた左端の陽極集電体6に接触している陽極セル3内のニッケル粉nは、陽極集電体6から電子(e<sup>-</sup>)を受け取り、一連に接触しているオキシ水酸化ニッケル粉nに電子(e<sup>-</sup>)が水素イオンとともに供給されて水酸化ニッケルになる。そして、陰極セル4内では水素吸蔵合金粉hが電子(e<sup>-</sup>)と水素イオン(H<sup>+</sup>)を放出して、この水素イオンがイオン透過性フィルター5を通過して陽極セルに行く。つまり、 $NiOOH + H^+ + e^- \rightarrow Ni(OH)_2$ になる。

【0021】

M：水素吸蔵合金（粉）

動する。これにより、陽極集電体6の陽極端子24より電流が負荷手段30へ供給され、陰極集電体8の陰極端子25へ流れる。このようにして、1.2V×2（2.4V）の電圧が発生する。

【0022】一方、三次元電池1への充電は、次のような態様で行われる。電池1に充電器31によって所定の電圧をかけて、陰極集電体8（陰極端子25）より陰極セル4へ電子(e<sup>-</sup>)を供給する。電子(e<sup>-</sup>)は水素吸蔵合金粉hに移動し、これにより次の反応が生じ、水酸基イオンが発生する。

【0023】

M：水素吸蔵合金（粉）

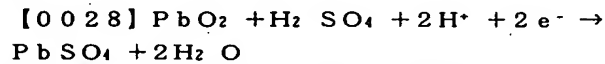
のように反応して電子(e<sup>-</sup>)を放出する。電子(e<sup>-</sup>)は陽極集電体6（陽極端子24）に集電され、充電器31へ送られる。

【0025】図3は本発明の実施の第2形態による積層型三次元電池を概念的に示す中央縦断面図である。図3に示すように、本例の三次元電池1-1は鉛電池で、単位鉛電池2を6組直列に連結した構造からなる。単位鉛電池2は、中間部を耐酸性のイオン透過性フィルター5で仕切った陽極セル3と陰極セル4を備えている。右端（第1組）および左端（第6組）の単位電池2の陽極セル3の左端壁は、集電体6/8としての耐酸性導電体（白金板あるいは鉛板）の側壁からなり、他方の陰極セ

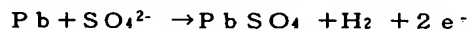
ル4の右端壁は集電部材7としての耐酸性導電体の側壁（白金板あるいは鉛板）からなる。また中間に位置する4組の単位電池2は、各組の単位電池2の間に隔壁を兼ねた集電部材7としての耐酸性導電体（白金板あるいは鉛板）を介して直列に接続されるとともに、右端（第1組）および左端（第6組）の単位電池2とも集電部材7としての耐酸性導電体の側壁（白金板あるいは鉛板）を介して直列に接続されている。

【0026】各セル3・4内には、共通の電解質溶液として本例では希硫酸溶液（硫酸水溶液） $r$ が充填されている。そして、陽極セル3内の希硫酸溶液には二酸化鉛（ $PbO_2$ ）の粉体Aが投入され、固定層が形成されている。一方、陰極セル4内の希硫酸溶液には金属鉛（ $Pb$ ）の粉体Bが投入され、固定層が形成されている。

【0027】上記の構成からなる第2実施例に係る三次元電池1-1は、次のように放電する。すなわち、左端の陽極集電体6に接触している陽極セル3が、集電体6から電子を受け取り、酸化鉛粉Aに電子が供給され、反応して硫酸鉛（ $PbSO_4$ ）になり、イオンが発生する。



次に、陽極セル3内のイオンがイオン透過性フィルター5より陰極セル4内に移動し、金属鉛粉Bと反応して電子を放出し、酸化されて硫酸鉛粉になる。



陰極セル4内の電子は集電部材7に集電され、左隣の陽極セル3内へ移動し、酸化鉛粉Aに電子が供給され、反応して硫酸鉛（ $PbSO_4$ ）になり、イオンが発生する。陽極セル3内のイオンがイオン透過性フィルター5より陰極セル4内に移動し、金属鉛粉Bと反応して電子を放出し、酸化されて硫酸鉛粉になる。この反応が各単位電池2で順次繰り返され、右端の陰極集電体8から電子が負荷手段（図示せず）を介して左端の陽極集電体6へ移動し、逆に陽極集電体6から電流が負荷手段30（図1）を介して右端の陰極集電体8へ流れる。本例の場合には、約13.6Vの電圧が生じる。なお、集電体や電極には耐酸性の導電体ならば何でも使用することができ、例えば炭素や導電性ポリマーでもよい。

【0029】図4は本発明の実施の第3形態による積層型三次元電池を概念的に示す中央縦断面図である。図4に示すように、本例の三次元電池1-2は図3の実施の第2形態と同様に鉛電池であるが、電池1-2を軸方向に貫通する回転軸32を回転自在に配設し、手動若しくは回転駆動装置（図示せず）により回転させる。回転軸32上の、各セル3・4内に対応する位置には、複数枚の攪拌羽根32aを直交する方向に突設し、回転軸32の回転により各セル3・4内の希硫酸溶液 $r$ を二酸化鉛粉A又は金属鉛粉Bとともに攪拌できるように構成しているところが、実施の第2形態の電池1-1と相違して

いる。

【0030】したがって、本例の三次元電池1-2によれば、電極粉体としての酸化鉛粉Aおよび金属鉛粉Bを攪拌することによって、各電極粉体A/Bと集電体6/8あるいは集電部材7との接触が良好になるので、各セル3・4の（セル部材21：図1参照）の容量を大きくすることができ、電力量の増大が図れる。また、硫酸鉛粒子の付着を防止できるので、集電体6/8および集電部材7に鉛板を使用することができる。なお、攪拌手段32を備えた点を除き、第2実施例に係る電池1-2と共通するので、実施の第2形態と共通する部材は同一の符号を用いて表し説明を省略する。

【0031】図5は本発明の実施の第4形態による積層型三次元電池を概念的に示す中央縦断面図である。図5に示すように、本例の三次元電池1-5は図1の実施の第1形態と同様にニッケル水素二次電池からなるが、陽極セル3および陰極セル4の容量をかなり大きくしている。その代わりに、集電体6/8および集電部材7から陽極セル3あるいは陰極セル4内へ向けて多数のスタッド6a/7a/8aをそれぞれ間隔をあけて張出して設けている。本例の場合、集電体6/8および集電部材7にはニッケル板を用いたので、スタッド6a/7a/8aもニッケル板で一体に形成している。本例の電池1-5においては、各セル3/4の容積を大幅に拡大したが、電極粉体n/hは集電体6/8および集電部材7に対して確実に接触するので、電気（電子/電流）を十分に伝えることができる。なお、本例の電池1-5に第3実施例の攪拌手段32を組み合わせて使用することもできる。

【0032】図6は本発明の実施の第5形態による三次元電池を示している。本実施形態は、セル（容器）をイオン透過性フィルター（セパレーター）で完全に仕切ることなく、セル内の上部をあけた状態のイオン透過性フィルター（セパレーター）5aで仕切って構成されたものである。他の構成及び作用は実施の第1～第4形態の場合と同様である。

【0033】図7は本発明の実施の第6形態による三次元電池を示している。本実施形態は、セル60を仕切ることなく、セル内に電解質溶液 $r$ を満たし、この電解質溶液 $r$ 中に電子を放出する活物質の粉体を固定層として収納した多孔体からなる袋62、及び電子を吸収する活物質の粉体を固定層として収納した多孔体からなる袋64を設け、これらの袋62、64に活物質の粉体と接触する導電体の集電装置、すなわち、陰極集電体6.6、陽極集電体6.8が設けられたものである。袋の代りに容器状のもの等を用いることもでき、その形状は問わない。多孔体としては、発泡ニッケルシートを挙げることができる。他の構成及び作用は、実施の第1～第4形態の場合と同様である。

【0034】以上に、本発明の三次元電池の実施形態を



説明したが、さらに下記のように実施することもできる。

① 陽極と陰極の活物質粉体としては、上記以外にも例えば、水酸化ニッケルとカドミウムや水酸化鉄と水酸化ニッケルを使用することができる。

② 上記実施形態では、単位二次電池2を導電性（耐酸性又は耐アルカリ性）の導電部材7を介して2個～6個直列に連結した構造を示したが、要求される電圧に応じて何個でも直列に連結することができる。

③ 電池の容量についても、要求される電力容量に応じてセル部材21の容積を増大し、必要に応じて攪拌手段やスタッドを設けることにより対応することができる。

#### 【0035】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように、本発明に係る積層型三次元電池には、次のような優れた効果がある。

(1) 本発明の三次元電池では、電池の容量（電力量）の増大が各セルの容積を増やすことによって対応できるため、スケールアップによる製造コスト上のメリットが発揮される。また、固定層式であるので、構成を簡略化することができる。

(2) また、電圧はセルに充填される活物質の粉体の種類（材料）によって決定され、大きな電圧が必要な場合には単位電池を複数個直列に連結する必要があるが、単位電池の両極とも集電部材の材質は共通にでき、しかも従来の電池とは違って陽極や陰極の電極を構成しないから、セル（単位電池）間の間隔を導電性の集電部材で構成することにより、電気的に且つ構造的に直列に接続することができ、厚みを薄くできるので、電池全体がコンパクトに仕上がり小型化が可能なおうえに、電流は厚み方向に流れるので、大電流がほとんど抵抗なく流れる。

(3) さらに、活物質の粉体は、膜構造の従来の電池の膜（電池本体）の作用をし、電池を流れる電流は活物質の表面積に比例することになるが、粉体は電解質溶液中に固定層を形成しており、全粉体の総表面積は従来の膜構造の電池に比べて数千倍から数万倍になるので、エネルギー密度が数千倍から数万倍になるとともに、活物質の粉体は電解質溶液（鉛電池では希硫酸）に投入して混合して使用しているため、劣化した場合には電解質溶液とともに粉体を交換することにより再生化を図ることができ、電池の寿命を大幅に延長できる。

(4) 集電部材又は集電体からセル内に向けて導電性のスタッドを設ける場合は、集電部材あるいは集電体と粉体との間の接触面積が大幅に増大し、接触抵抗が低減するので、各セル間の距離（直列方向の間隔）を拡大で

き、電池の容量を大幅に増大できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は本発明の実施の第1形態による積層型三次元電池の実証試験器の一例を示す斜視図、図1(b)は同電池を概念的に示す中央縦断面図である。

【図2】図1の積層型三次元電池の実証試験器の組立前（分解状態）の主要部品の一部を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施の第2形態による積層型三次元電池を概念的に示す中央縦断面図である。

【図4】本発明の実施の第3形態による積層型三次元電池を概念的に示す中央縦断面図である。

【図5】本発明の実施の第4形態による積層型三次元電池を概念的に示す中央縦断面図である。

【図6】本発明の実施の第5形態による三次元電池の要部を示す断面構成説明図である。

【図7】本発明の実施の第6形態による三次元電池の要部を示す断面構成説明図である。

【図8】従来の一般的な膜構造の電池を概念的に示す中央縦断面図である。

【図9】従来の一般的な膜構造の長尺タイプの電池を概念的に示す中央縦断面図である。

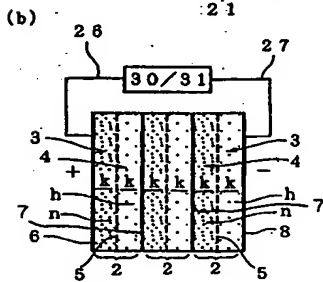
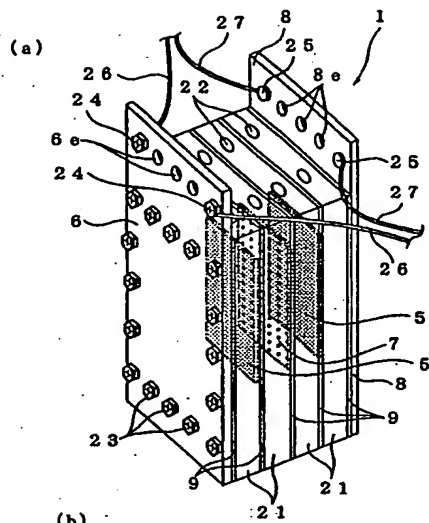
【図10】従来の一般的な膜構造の電池を並列に接続した状態を概念的に示す中央縦断面図である。

【図11】従来の一般的な膜構造の電池を直列に接続した状態を概念的に示す中央縦断面図である。

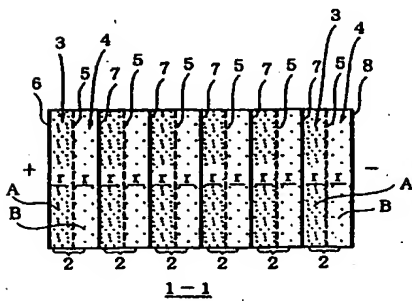
#### 【符号の説明】

- 1・1-1～1-5 積層型三次元電池
- 2 単位電池（二次電池）
- 3 陽極セル
- 4 陰極セル
- 5、5a イオン透過性フィルター
- 6 陽極集電体
- 7 集電部材
- 8 陰極集電体
- 9 パッキン
- 21 セル部材
- 23 ボルト
- 32・33・36 攪拌手段
- 60 セル
- 62、64 多孔体からなる袋
- 66 陰極集電体
- 68 陽極集電体
- n・h・A・B 粉体（活物質）
- k・r 電解質溶液

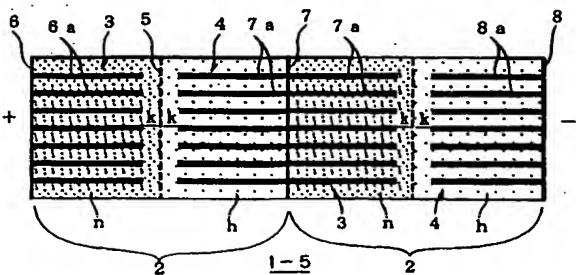
【図 1】



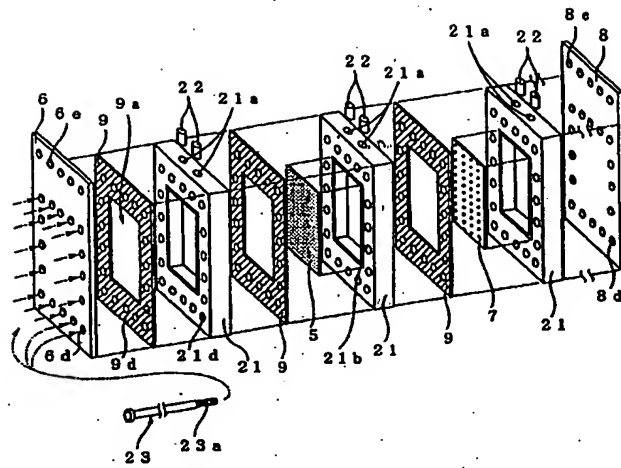
【図 3】



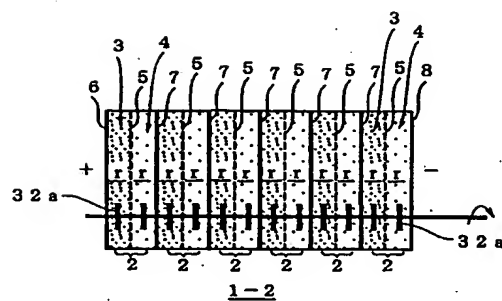
【図 5】



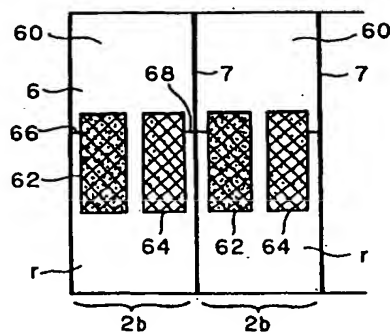
【図 2】



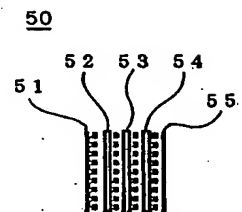
【図 4】



【図 7】

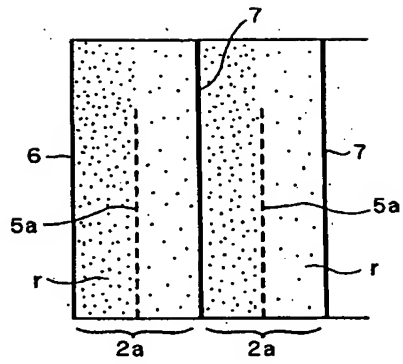


【図 8】

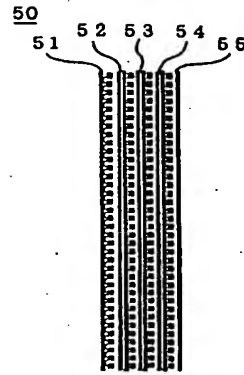




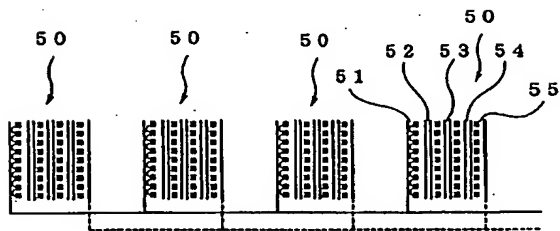
【図6】



【図9】



【図10】



【図11】

